



全国高等职业教育“十二五”规划教材
教育部高职高专电子信息类专业教指委推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

省级精品课
配套教材

微控制器的应用

◎ 曹金玲 主编 ◎ 王用鑫 曹昕鸢 副主编
◎ 刘 松 主审

- 单片机的定义、内部构件、引脚功能
- 单片机寻址方式与指令系统
- 中断、定时器与计数器
- 串行通信
- 单片机最小应用系统
- 模拟简易交通信号灯
- 门禁控制系统设计
- 数字电压表制作
- 简易波形发生器的设计与制作
- Keil开发平台
- 并行输入与输出
- A/D和D/A转换
- 单片机控制的流水灯
- 数字温度采集与显示
- 水塔液位高度测试
- 小功率直流电机控制

- ▶ 以制作产品为目标，从单片机最小应用系统开始，逐步扩展，直到完成综合项目任务
- ▶ 将理论、实验、产品开发三者有机结合，以培养学生的单片机综合应用和创新能力
- ▶ 设置12个项目任务和12个项目训练，有利于学生快速掌握岗位技能与顺利就业
- ▶ 提供免费的电子教学课件、练习题参考答案和精品课网站，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
教育部高职高专电子信息类专业教指委推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

省级精品课
配套教材

微控制器的应用

曹金玲 主编

王用鑫 曹昕鹭 副主编

刘 松 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照最新的职业教育教学理念,结合国家示范院校建设教学改革成果,在作者长期与企业合作开发项目的基础上进行编写。全书以职业技能岗位标准来引领课程项目任务,以实际应用的门禁系统和液位控制器为载体,采用“项目驱动”教学方法,以 AT89S52 单片机为对象,系统介绍了工程项目开发的方法及单片机应用技能。主要内容包括单片机基础知识、单片机寻址方式与指令系统、中断与定时、并行输入与输出、串行通信、A/D 和 D/A 转换等。本书内容通俗易懂,实用性强,接近职业岗位需求,易于教学。

本书为高职高专院校单片机技术课程的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校、培训班的教材,以及单片机项目开发与应用工程技术人员的参考书。

本书配有电子教学课件、练习题参考答案及精品课网站,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

微控制器的应用/曹金玲主编. —北京:电子工业出版社,2012.7

全国高职高专院校规划教材.精品与示范系列

ISBN 978-7-121-17482-7

I. ①微… II. ①曹… III. ①微控制器—高等职业教育—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 143250 号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:郝黎明 文字编辑:王艳萍

印 刷:

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:352 千字

印 次:2012 年 7 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国实行对内搞活、对外开放的经济政策以来,各行各业都获得了前所未有的发展。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

在高职教育新的教学模式下,各院校不断对专业建设和课程设置进行改革,教学改革的成果最终要反映在教学过程中,其中主要的体现形式为教材创新。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务、有能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,共同出版反映最新教学改革成果的新教材,为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而努力。

近期由我们组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,主要具有以下几个特点。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验以及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例经提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片数量较大,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程我们为教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源,各位老师在华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)注册后可直接下载。

这套新型教材得到了许多高职院校老师的支持和欢迎,为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们热忱欢迎各位职教专家和老师提出意见或建议,如果您有新教材的编写思路请与我们联系(邮箱: chenjd@phei.com.cn, 电话: 010-88254585),共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

电子工业出版社职业教育分社

前言



单片机的问世和飞速发展掀起了计算机工程应用的一场新革命,给人们的生产、生活带来了巨大的变化。目前,单片机已成为电子系统中最普遍的应用手段之一,并在工业控制、交通运输、家用电器、仪器仪表、汽车等领域取得了大量应用成果。因此掌握、熟悉及应用单片机已成为我国科技人员的必备技能之一。

我国高职院校的电类、机类专业已普遍开设单片机课程。其中有一部分高职院校的单片机课程是国家级、省级或院级精品课,但还有的院校不是,教学内容、教学水平等各个方面参差不齐。为了整合教学资源,建设一批能体现当前高职高专课程改革成果的高质量、高水平教材,天津电子信息职业技术学院、重庆电子工程职业学院、浙江机电职业技术学院、十堰职业技术学院、淮安职业技术学院等几个院校的单片机课程专任教师,在调研多个工学结合项目基础上,经过对现有课程教学内容及教材进行讨论与研究,将各方面的内容精华提炼出来编写成新的教材。内容以充分反映当前单片机应用领域的新理念、新方法,以及相关专业或学科的新发展、新要求为目标,结合专业教学特色,注重理论教学、案例教学和实践教学的融合,选出典型的、适合学生动手、能得到锻炼的案例,在继承经典教材优势的基础上勇于创新,勇于探索,打造精品,以便更适合各个地区的教学。

单片机是一门理论性、实践性和综合性都很强的学科,它不仅需要大量的相关硬件电路知识,如模拟电子技术、数字电子技术、电气控制技术等作为知识背景,还需要软件编程加以支持。本书在编写过程中,始终将理论、实验、产品开发三者有机结合,内容从单片机最小应用系统开始,逐步扩展功能,从小到大,从简单到复杂,最终完成单片机的综合训练项目。

本书以 AT89S52 单片机为对象,重点介绍单片机的应用技术。全书共有 6 章,包含 12 个训练项目,内容包括单片机基础知识、单片机寻址方式与指令系统、中断与定时、并行输入与输出、串行通信、A/D 和 D/A 转换等,每章后配有练习题和讨论题。本书的主要特点有:

(1) 以制作产品为目标,以实践训练培养学生面向过程的程序阅读分析能力和编写能力为重点,注重培养学生将技能应用于实践的能力。

(2) 构建模块化、组合型、进阶式能力训练体系。将综合能力分解成若干项小的基本能力,选择能涵盖基本能力要素的训练项目实施基本能力训练。通过模块项目训练,建立对单片机最小系统的整体概念,从而全面掌握单片机应用系统,提高单片机综合应用能力和创新能力。

(3) 训练项目贯穿于教材始终。知识内容从单片机最小应用系统切入,逐步展开,直至完成门禁系统控制部分和液位控制器的电路设计。

(4) 每章后配有讨论题,要求学生组成学习小组共同完成。其目的是将教师教、学生被动学,变为教师指导、学生主动学,同时培养学生的团队合作精神。

(5) 书中引用门禁系统的实际程序作为实例,以实例带知识点,完成课程内容,使教材更接近实际职业岗位要求。

本书由天津电子信息职业技术学院曹金玲教授担任主编并统稿,重庆电子工程职业学院王用鑫和浙江机电职业技术学院曹昕鸢担任副主编。其中曹金玲编写第1~2章,曹昕鸢编写第3章,十堰职业技术学院严航编写第4章,王用鑫编写第5~6章,全书由天津电子信息职业技术学院刘松教授主审。

由于时间紧迫和编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免,热忱欢迎读者对本书提出批评与建议。

本书配有免费的电子教学课件及练习题参考答案,请有需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。读者也可通过该精品课网站(http://jpk.tjdz.net/jingpinke1/dz_dpj/)浏览和参考更多的教学资源。

编者



目 录



第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 单片机的概念及发展	2
项目任务 1 一只会闪光的灯	2
1.1.1 单片机的定义	2
1.1.2 单片机的应用领域	3
1.1.3 单片机技术的发展阶段	4
1.2 单片机的结构	5
1.2.1 AT89S52 单片机的内部构件	5
1.2.2 AT89S52 单片机引脚功能	10
1.3 单片机最小应用系统	13
项目实施 1 闪光灯电路的硬件与软件设计	15
项目训练 1 设计一只会闪光的灯	18
1.4 熟悉 Keil 开发平台	19
项目任务 2 数据传送后观察标志位和口地址的变化	19
1.4.1 单片机集成开发环境	19
1.4.2 ISP 软件的使用	30
项目实施 2 数据传输的实现	32
项目训练 2 用单片机最小系统设计流水灯电路	34
练习题 1	36
讨论题 1	38
第 2 章 单片机寻址方式与指令系统	39
2.1 片内存储器及特殊功能寄存器	40
项目任务 3 观察单片机存储器及寄存器的变化	40
2.1.1 单片机寻址方式	40
2.1.2 单片机指令寻址	40
2.1.3 单片机标志位	45
项目实施 3 寄存器窗口功能的实现	46
项目训练 3 单片机片内数据向片外传送	49
2.2 单片机指令系统的格式与功能	49
项目任务 4 单片机片内数据向片内传送	49

2.2.1 单片机指令系统的格式	49
2.2.2 单片机指令系统的分类与使用方法	51
项目实施 4 单片机片内数据从一个单元传到另一个单元	65
项目训练 4 单片机片外数据向片内传送	66
练习题 2	66
讨论题 2	70
第 3 章 中断与定时	71
3.1 中断	72
项目任务 5 控制流水灯的闪烁变化	72
3.1.1 中断的概念	72
3.1.2 中断源与中断向量地址	72
3.1.3 中断标志与控制	74
3.1.4 优先级结构	77
3.1.5 中断系统的初始化及应用	78
项目实施 5 采用中断方式实现 8 个灯的闪烁变化	80
项目训练 5 采用中断方式控制 8 个灯流水方向	83
3.2 定时器与计数器	83
项目任务 6 采用定时方式实现流水灯的速度变化	83
3.2.1 定时器/计数器的结构与功能	83
3.2.2 定时器/计数器控制寄存器	84
3.2.3 定时器/计数器工作方式与程序设计	86
3.2.4 定时器/计数器 2	94
项目实施 6 用定时方式实现流水灯快慢闪烁	95
项目训练 6 简易交通信号灯设计	99
练习题 3	100
讨论题 3	101
第 4 章 并行输入与输出	103
4.1 字符显示	104
项目任务 7 用数码管显示多位数字	104
4.1.1 发光二极管及 LED 显示器	104
4.1.2 七段 LED 显示器的工作原理	106
项目实施 7 在数码管上从左到右显示 8 个数字	108
项目训练 7 一位密码锁电路设计与调试	111
4.2 矩阵式键盘电路设计	112
项目任务 8 多位密码锁的开启与关闭	112
4.2.1 键盘工作原理	112
4.2.2 键盘接口的控制方式	115
项目实施 8 每按一个按键在数码管上显示数字	117

项目训练 8 电子钟设计与实现	122
练习题 4	123
讨论题 4	124
第 5 章 串行通信	125
5.1 单片机与 PC 之间通信	126
项目任务 9 单片机与 PC 之间的数字传送显示	126
5.1.1 串行通信的概念与通信方式	126
5.1.2 串行通信总线标准及其接口	128
5.1.3 AT89S52 串行口工作方式	132
项目实施 9 将单片机显示的数字发送到 PC	136
项目训练 9 数字温度采集与显示	141
5.2 单片机与单片机之间的通信	142
项目任务 10 单片机与单片机之间的数字传送显示	142
5.2.1 串行口通信	142
5.2.2 多机通信	144
项目实施 10 将甲单片机显示的数据传送到乙单片机	145
项目训练 10 门禁控制系统的设计	149
练习题 5	172
讨论题 5	172
第 6 章 A/D 和 D/A 转换	174
6.1 A/D 转换电路	175
项目任务 11 水塔的水位检测	175
6.1.1 A/D 转换的概念与技术指标	175
6.1.2 A/D 转换典型芯片 ADC0809	176
项目实施 11 水塔液位高度的测试	179
项目训练 11 简易数字电压表的制作	185
6.2 D/A 转换电路	185
项目任务 12 设计一个小功率直流电机驱动电路	186
6.2.1 D/A 转换器的概念与性能指标	186
6.2.2 D/A 转换典型芯片 DAC0832	186
项目实施 12 小功率直流电机电路的设计	189
项目训练 12 简易波形发生器的设计与制作	191
练习题 6	192
讨论题 6	192
附录 A AT89 系列单片机指令集	194
附录 B ASCII 字符集	201
附录 C 单片机最小系统开发平台部分模块图	202
参考文献	208



第1章

单片机基础知识

学习目标

- 掌握单片机的概念及特点;
- 了解(单片机)冯·诺依曼结构和哈佛结构的差异;
- 了解 AT89S52 单片机结构,掌握内部数据存储器的空间分配和 SFR;
- 掌握 AT89S52 单片机的外部引脚功能及单片机最小应用系统;
- 掌握单片机集成开发环境 Keil μ Vision2、在线下载软件 ISP 的使用方法。

技能要求

- 利用 AT89S52 单片机制作一个简单的实用电路;
- 会使用相应软件对程序进行仿真和调试。



1.1 单片机的概念及发展

项目任务1 一只会闪光的灯

在还没有学习单片机这门课程之前,我们先看一个案例:现在有一块单片机开发板,接上电源,打开开关,我们看到有一个发光二极管在闪烁,即每隔0.5 s发光二极管亮一次,然后再灭一次,依此规律循环。单片机是如何控制一个发光二极管(LED)闪烁的呢?本任务要求在学习什么是单片机、单片机的结构及单片机最小系统的应用等基础知识后,再动手实施与本案例相类似电路的设计过程。

1.1.1 单片机的定义

随着单片机性价比的不断提高,应用范围不断扩大,单片机开发可参考的资料、案例日益丰富,开发平台也日臻完善,单片机已不再局限于高端产品中的应用。因此,在新产品开发及老产品改造中将会更广泛地使用单片机技术。

1. 单片机的概念与特点

单片微型计算机简称单片机。它是微型计算机发展中的一个重要分支,以其独特的结构和性能,越来越广泛地应用到工业、农业、国防、网络、通信以及人们日常工作、生活领域中。

1) 什么是单片机

单片机(Single Chip Computer)又称单片微控制器(Microcontroller),它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是将计算机主要部件集成到一块芯片上。概括地讲,一块芯片集成了计算机的主要功能模块。

单片机主要由中央处理器(CPU)、存储器(随机存储器RAM和只读存储器ROM)、输入/输出接口、定时器/计数器等部分组成。

它的体积小、质量轻、价格便宜,为学习、应用和开发提供了便利条件。同时,学习使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。将单片机装入各种智能化产品中,便成为嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller)。

2) 单片机的特点

单片机具有如下特点:

(1) 体积小、质量轻。

(2) 电源单一、功耗低(突出特点)。

许多单片机可在2.2V的电压下工作,有的能在1.2V或0.9V电压下工作,功耗降为 μA 级。

(3) 功能强、价格低,有优异的性能价格比。

(4) 元器件全部集成在芯片上,布线短、合理,集成度高。

(5) 数据大部分在单片机内传递,运行速度快,抗干扰能力强,可靠性高。

2. 单片机的体系结构

单片机的体系结构有两种,一是传统的冯·诺依曼(John Von Neumann)结构;另一种



是哈佛 (Harvard) 结构。

1) 冯·诺依曼结构

计算机的组成结构多数是冯·诺依曼型的, 即它是通过执行存储在存储器中的程序而工作的。计算机执行程序自动按序进行, 无须人工干预, 程序和数据由输入设备输入存储器, 执行程序所获得的运算结果由输出设备输出。因此, 计算机通常由运算控制部件、存储部件、输入设备和输出设备四部分组成, 如图 1.1 所示。

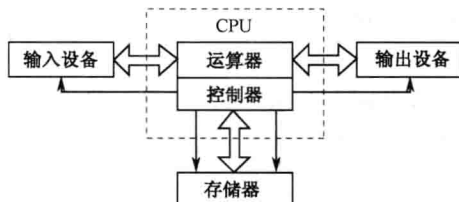


图 1.1 冯·诺依曼型的计算机组成框图

2) 哈佛结构

如图 1.2 所示为哈佛结构示意图。下面结合图 1.2 简单地介绍其结构特点。

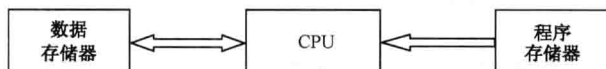


图 1.2 哈佛结构示意图

数据与程序分别存于两个存储器中, 是哈佛结构的重要特点。由图 1.2 可见系统有两条总线, 即数据总线和指令传输总线完全分开。哈佛结构的优点: 指令和数据空间是完全分开的, 一个用于取指令, 另一个用于存取数据。所以与常见的冯·诺依曼结构不同的第一点: 程序和数据总线可以采用不同的宽度。数据总线都是 8 位的, 但低挡、中挡和高挡系列的指令总线位数分别为 12、14 和 16 位。第二点: 由于可以对程序和数据同时进行访问, CPU 的取指和执行指令采用指令流水线结构, 如图 1.3 所示, 当一条指令被执行时允许下一条指令同时被取出, 使得每个时钟周期都可以获得最高效率。

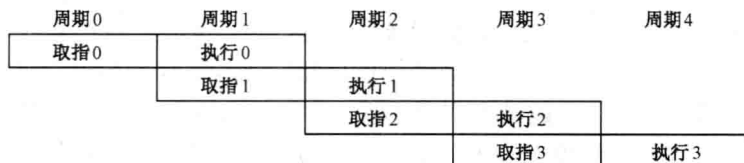


图 1.3 指令流水线结构示意图

而在指令流水线结构中, 取指和执行在时间上是相互重叠的, 所以才可能实现单周期指令。只有涉及改变程序计数器 PC (Program Counter) 值的分支程序指令时, 才需要两个周期。在后面的学习中, 本书主要介绍的 AT89S52 单片机采用的就是哈佛结构。

1.1.2 单片机的应用领域

单片机是在一块芯片上集成了一台微型计算机所需的 CPU、存储器、输入/输出部件和时钟电路等。因此它具有体积小、使用灵活、成本低、易于产品化、抗干扰能力强、可在各



种恶劣环境下可靠地工作等特点。特别是它应用面广、控制能力强,使它在工业控制、智能仪表、外设控制、家用电器、机器人、军事装置等方面得到了广泛的应用。单片机主要可用于以下几方面:

1) 家用电器

单片机已广泛应用于家用电器的自动控制中。如洗衣机、空调、电冰箱、彩色电视机、录像机、VCD、音响设备、手机和BP机等。单片机的使用提高了家用电器的性能和质量,降低了家用电器的生产成本和销售价格。

2) 智能卡

尽管目前使用的各种卡主要是磁卡和IC卡,但是,带有CPU和存储器的智能卡,已经并将日益广泛地用于金融、通信、信息、医疗保健、社会保险、教育、旅游、娱乐和交通等各个领域。

3) 智能仪器仪表

单片机体积小、耗电少,被广泛用于各类仪器仪表。如智能电表、智能流量计、气体分析仪、智能电压电流测试仪和智能医疗仪器等。单片机使仪器仪表走向了智能化和微型化,使仪器仪表的功能和可靠性大大提高。

4) 网络与通信

许多型号的单片机都有通信接口可方便地进行机间通信,也可方便地组成网络系统。如单片机控制的无线遥控系统、列车无线通信系统和串行自动呼叫应答系统等。

5) 工业控制

单片机可以构成各种工业测控系统、数据采集系统。如数控机床、汽车安全检测系统、报警系统和生产过程自动控制系统等。

1.1.3 单片机技术的发展阶段

单片机自问世以来,性能不断提高和完善,其资源不仅能满足很多应用场合的需要,且具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等特点。因此,在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信系统、网络系统、汽车工业、国防工业、高级计算器具、家用电器等领域的应用日益广泛,并且正在逐步取代现有的多片微机应用系统。单片机的潜力越来越被人们所重视,特别是当前用CMOS工艺制成的各种单片机,由于其功耗低、使用的温度范围大、抗干扰能力强、能满足一些特殊场合的要求,更加扩大了单片机的应用范围,也进一步促进了单片机技术的发展。

单片机的发展主要经历了3个阶段(以Intel公司产品为例)。

第1阶段(1971—1978年):初级单片机阶段,以MCS-48系列为代表。有4位、8位CPU,并行I/O口,8位定时器/计数器,无串行口,中断处理比较简单,RAM、ROM容量较小,寻址范围不超过4KB。

第2阶段(1978—1983年):单片机普及阶段,以MCS-51系列为代表。8位CPU,片内RAM、ROM容量加大,片外寻址范围可达64KB,增加了串行口,多级中断处理系统,16位定时器/计数器。

第3阶段(1983年以后):16位单片机阶段,以MCS-96系列为代表。16位CPU,片



内 RAM、ROM 容量进一步增大,增加了 A/D 和 D/A 转换器,8 级中断处理功能,实时处理能力更强,它允许用户采用面向工业控制的专用语言,如 C 语言等。

总之,单片机发展可归结为以下几个方面:

- (1) 增加字长,提高数据精度和处理速度;
- (2) 改进制作工艺,提高单片机的整体性能;
- (3) 由复杂指令集 CISC 转向简单指令集 RISC 技术;
- (4) 多功能模块集成技术,使一块嵌入式芯片具有多种功能;
- (5) 微处理器与 DSP 技术相结合;
- (6) 融入高级语言的编译程序;
- (7) 低电压、低功耗。

目前,国际市场上 8 位、16 位系列单片机已有很多,32 位的单片机也已经进入了实用阶段。随着单片机技术的不断发展,新型单片机还将不断涌现,单片机技术正以惊人的速度向前发展着。

1.2 单片机的结构

下面以 AT89S52 为例来介绍单片机结构。AT89S52 是一个低功耗、高性能的 CMOS 8 位微控制器,并且在系统中集成了 8KB 的可编程闪存。AT89S52 兼容标准 80C51 指令集和引脚。AT89S52 是一个功能强大的微控制器,具有较高的性价比,可在许多嵌入式控制中应用。

AT89S52 单片机在一块芯片中集成了 CPU、8KB 的 Flash、256B 内存、32 条输入/输出线、看门狗定时器、两个数据指针、3 个 16 位定时器/计数器、6 矢量两个级别的中断结构、一个全双工串行口、片内振荡器和时钟电路。

1.2.1 AT89S52 单片机的内部构件

AT89S52 单片机内包含下列几个部件:

- (1) 一个 8 位 CPU;
- (2) 一个片内振荡器及时钟电路;
- (3) 8KB 可重复擦写的 Flash 程序存储器;
- (4) 256B 内部 RAM;
- (5) 3 个 16 位定时器/计数器;
- (6) 32 条可编程的 I/O 线(四个 8 位并行 I/O 端口);
- (7) 一个可编程全双工串行口;
- (8) 6 个中断源、两个优先级。

AT89S52 基本结构如图 1.4 所示。

1. CPU

CPU 是单片机的核心部件,它由运算器和控制器组成。



1) 运算器

运算部件是以算术逻辑单元 ALU 为核心，加上累加器 ACC、寄存器 B、暂存器、程序状态字 PSW 以及十进制调整电路和布尔处理器等许多部件组成的。

(1) 8 位算术和逻辑运算的 ALU 单元

ALU 单元可以对 4 位（半字节）、8 位（一字节）和 16 位（双字节）数据进行操作。完成算术四则运算和逻辑运算，以及位操作、循环移位等逻辑操作，操作结果的状态信息送至状态寄存器（PSW）。

(2) 累加器 ACC

累加器 ACC，在指令中用助记符 A 来表示。A 是一个 8 位寄存器，是 CPU 中工作最繁忙的寄存器。在算术逻辑运算中，用来存放一个操作数或运算结果（包括中间结果）。在与外部存储器和 I/O 接口打交道时，其完成数据传送。



(3) 寄存器 B

B 可做通用寄存器，在乘、除法运算中使用。做乘法运算时，寄存器 B 用来存放乘数及积的高位字节；做除法运算时，寄存器 B 用来存放除数及余数；不做乘、除法运算时，寄存器 B 可做通用寄存器。

(4) 程序状态字寄存器 PSW（程序状态标志寄存器）

PSW 是 8 位寄存器，用于存放当前指令执行后操作结果的某些特征，以便为下一条指令的执行提供依据。PSW 的各位定义如表 1.1 所示。

表 1.1 PSW 的各位定义

位序	PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
位标志	Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P
位地址	D7H	D6H	D5H	D4H	D3H	D2H	D1H	D0H

① Cy：进位标志位。

在执行某些算术运算和逻辑指令时，Cy 可以被硬件或软件置位或清 0。在算术运算中它可作为进位标志；在位运算中，它做累加器使用；在位传送、位与及位或等位操作中，都要使用进位标志位。

② AC：辅助进位标志位。

进行加法或减法操作时，当发生低 4 位向高 4 位进位或借位时，AC 由硬件置位，否则 AC 位被置 0。执行十进制调整指令时，将借助 AC 状态进行判断。

③ F0：用户标志位。

该位为用户定义的状态标志，用户根据需要用软件对其置位或清 0，也可以用软件测试 F0 来控制程序的跳转。

④ RS1 和 RS0：寄存器组选择控制位。

此两位通过软件置 0 或 1 来选择当前工作寄存器组，如表 1.2 所示。

表 1.2 工作寄存器组选择

RS1	RS0	寄存器组	片内 RAM 地址
0	0	第 0 组	00H~07H
0	1	第 1 组	08H~0FH
1	0	第 2 组	10H~17H
1	1	第 3 组	18H~1FH

CPU 通过对 PSW 中的 D4、D3 位内容的修改，就能任选一个工作寄存器组。例如：

```
SETB PSW.3
CLR PSW.4    ;选定第 1 组
SETB PSW.4
CLR PSW.3    ;选定第 2 组
SETB PSW.3
SETB PSW.4    ;选定第 3 组
```



若不设定则为第 0 组，也称为默认值，这个特点使单片机具有快速现场保护功能。特别注意的是，如果不加设定，在同一段程序中工作寄存器 R0~R7 只能用一次，若用两次程序会出错。

⑤ OV：溢出标志位。

当执行算术指令时，在带符号的加减运算中，OV=1 表示有溢出（或借位）。反之，OV=0 表示运算正确，即无溢出产生。

⑥ P：奇偶标志位。

P 用来表示累加器 A 中 1 的个数的奇偶性，它常常用于手机通信。若累加器中 1 的个数为奇数则 P=1，否则 P=0。

(5) 布尔处理器

布尔处理器完成布尔代数逻辑运算。

2) 控制器

控制器是 CPU 的大脑中枢，是单片机的指挥控制部件。它由程序计数器（PC）、指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、数据指针（DPTR）、堆栈指针（SP）以及定时控制电路等部件组成，对来自存储器中的指令进行译码，通过定时控制电路在规定的时刻发出各种操作所需的控制信号，使各部分协调工作，完成指令所规定的功能。

(1) 程序计数器 PC

程序计数器 PC 是 16 位专用寄存器，寻址范围为 64KB，用于存放 CPU 执行的下一条指令的地址，具有自动加 1 的功能。当一条指令按照 PC 所指的地址从程序存储器中取出后，PC 会自动加 1，指向下一条指令。

(2) 指令寄存器 IR 和指令译码器 ID

指令寄存器 IR 是 8 位寄存器，用于暂存待执行的指令，等待译码；指令译码器 ID 对指令寄存器中的指令进行译码，即将指令转变为所需的电平信号。

译码器输出的电平信号，再经定时控制电路即可定时产生执行该指令所需要的各种控制信号。

(3) 数据指针 DPTR

数据指针 DPTR 是 16 位专用寄存器。它可以对 64KB 的外部数据存储器 and I/O 口进行寻址，也可作为两个 8 位寄存器，主要用做外部数据存储器的地址指针。

(4) 堆栈指针 SP

堆栈指针 SP 是 8 位特殊功能寄存器，在片内 RAM（128B）中开辟栈区，并随时跟踪栈顶地址，它按“先进后出”的原则存取数据，上电复位后，SP 指向 07H。

2. 存储器及特殊功能寄存器

AT89S52 外部有两个独立的存储器空间：64KB 的程序存储器空间和 64KB 的数据存储器空间。

1) 程序存储器

$\overline{EA}=0$ ：片内 ROM 不起作用，完全执行片外程序存储器指令。外部 ROM 的地址为 0000H~0FFFFH，可达 64KB。

$\overline{EA}=1$ ：执行片内程序存储器指令，地址为 0000H~1FFFH；当指令地址超过 1FFFH 后，